

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Masami AIZAWA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: OFDM RECEIVER, SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT AND OFDM METHOD FOR RECEIVING A SIGNAL

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-035392	February 13, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

James D. Hamilton
Registration No. 28,421

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月13日
Date of Application:

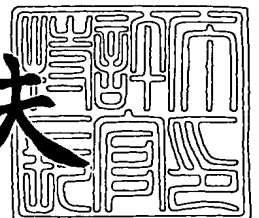
出願番号 特願2003-035392
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-035392]

出願人 株式会社東芝
Applicant(s):

2003年 7月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3057502



【書類名】 特許願

【整理番号】 ASB02Z031

【提出日】 平成15年 2月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04J 11/00
H04L 1/00

【発明の名称】 O F D M受信装置、半導体集積回路及びO F D M受信方法

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 相沢 雅己

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦



【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100108707

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 友之

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 OFDM受信装置、半導体集積回路及びOFDM受信方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受信部からの受信信号をフーリエ変換して変換信号を供給する変換回路と、

前記変換信号からパイロット信号を検出し、前記パイロット信号に時間補間を施す第 1 の補間回路と、

前記時間補間された前記パイロット信号に演算処理を施し、前記演算処理の結果を閾値と比較して妨害を検出する妨害検出回路と、

前記妨害が検出された前記パイロット信号に対して周波数方向に妨害補間を行い、前記妨害補間後の前記パイロット信号を周波数補間する第 2 の補間回路と、

前記変換信号及び前記周波数補間された前記パイロット信号に基づいて復調処理を行う復調回路

とを備えることを特徴とする OFDM 受信装置。

【請求項 2】 前記妨害検出回路は、

前記演算処理として、周波数方向に隣り合う第 k のパイロット信号及び第 $(k + 1)$ のパイロット信号のそれぞれの複素成分に対して差分処理を行う差分演算回路と、

前記差分と閾値とを比較する閾値比較回路

とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 受信装置。

【請求項 3】 前記妨害検出回路は、

前記演算処理として、周波数方向に隣り合う第 k のパイロット信号及び第 $(k + 1)$ のパイロット信号のそれぞれの振幅に対して差分処理を行う差分演算回路と、

前記差分と閾値とを比較する閾値比較回路

とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 受信装置。

【請求項 4】 前記妨害検出回路は、

前記演算処理として二乗和演算を実行し前記パイロット信号の振幅を求める二乗和回路と、

前記前記振幅と前記閾値とを比較する閾値比較回路

とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 受信装置。

【請求項 5】 前記差分処理の結果に積分演算を施し、前記閾値の値を制御する平均化回路を更に備えることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の OFDM 受信装置。

【請求項 6】 前記平均化回路は、

前記差分に二乗和演算を施し、前記パイロット信号の振幅を求める二乗和回路と、

前記振幅に積分演算を施し前記振幅の平均値を算出する積分回路と、

前記平均値を補正する補正回路

とを備えることを特徴とする請求項 5 に記載の OFDM 受信装置。

【請求項 7】 前記閾値比較回路は、前記振幅が前記閾値の上限よりも大きい場合及び前記振幅が前記閾値の下限より小さい場合に妨害と判断することを特徴とする請求項 2～4 のいずれか 1 項に記載の OFDM 受信装置。

【請求項 8】 前記妨害の検出回数をカウントし、前記カウントの結果に応じて前記閾値を変更させる妨害カウント回路を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 受信装置。

【請求項 9】 前記妨害検出信号をカウントし、前記カウントの結果に応じて前記妨害補間を停止させる妨害カウント回路を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 受信装置。

【請求項 10】 半導体チップと、

該半導体チップ上に集積化され、受信部からの受信信号をフーリエ変換して変換信号を供給する変換回路と、

前記半導体チップ上に集積化され、前記変換信号からパイロット信号を検出し、前記パイロット信号に時間補間を施す第 1 の補間回路と、

前記半導体チップ上に集積化され、前記時間補間された前記パイロット信号に演算処理を施し、前記演算処理の結果を閾値と比較して妨害を検出する妨害検出回路と、

前記半導体チップ上に集積化され、前記妨害が検出された前記パイロット信号

に対して周波数方向に妨害補間を行い、前記妨害補間後の前記パイロット信号を周波数補間する第2の補間回路と、

前記半導体チップ上に集積化され、前記変換信号及び前記周波数補間された前記パイロット信号に基づいて復調処理を行う復調回路

とを備えることを特徴とする半導体集積回路。

【請求項11】 受信信号をフーリエ変換して変換信号を供給し、

前記変換信号からパイロット信号を検出し、前記パイロット信号に時間補間を施し、

前記時間補間された前記パイロット信号に演算処理を施し、前記演算処理の結果を閾値と比較して妨害を検出し、

前記妨害が検出された前記パイロット信号に対して周波数方向に妨害補間を行い、前記妨害補間後の前記パイロット信号を周波数補間し、

前記変換信号及び前記周波数補間された前記パイロット信号に基づいて復調処理を行う

ことを含むことを特徴とするOFDM受信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はデジタル伝送方式に関し、特に、伝送路中の妨害を検出可能なOFDM受信装置、半導体集積回路及びOFDM受信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

音声及び映像信号のデジタル伝送方式として直交周波数分割多重方式（OFDM）が主流になりつつある。OFDMにおいては互いに直交する複数キャリアにデータが割り当てられる。送信側は、送信信号に逆高速フーリエ変換（IFFT）を施す。これに対して受信側は、高速フーリエ変換（FFT）により受信信号の復調を行う。各キャリアは同期検波による直交振幅変調方式（QAM）伝送、又は遅延検波等の任意の変調方式を用いることが出来る。同期検波の場合、送信信号に周期的にパイロット信号が挿入される。受信側では受信信号中のパイロッ

ト信号に基づき誤差を求め、振幅等化及び位相等化を行う。一方、遅延検波の場合、キャリアを再生せずに、シンボル間で差動符号化を行い受信信号を復調する。

【0003】

しかしながら、伝送路においては、マルチパスによるフェージング、アナログテレビジョン放送の搬送波に起因した同一チャンネル妨害、及び伝送路中のスプリアス等の妨害が存在する。同期検波の場合、パイロット信号が妨害を受けると、受信信号を正確に復調できない。パイロット信号の妨害を検出するための第1の従来技術として、例えば、受信信号中のパイロット信号に対し、使用キャリア毎に時間方向の積分を施す手法がある（例えば、特許文献1参照。）。また、第2の従来技術として、パイロット信号の時間方向の変動から妨害を検出する手法が提案されている（例えば、特許文献2参照。）。

【0004】

【特許文献1】

特開平11-252040号公報

【0005】

【特許文献2】

特開2002-94484号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

地上波デジタルテレビ放送の使用キャリア数は、移動体通信機器及び無線ローカルエリアネットワーク（LAN）等の使用キャリア数と比して非常に多い。第1の従来技術においては、使用キャリア数の増加と比例して妨害の検出に必要な回路の回路規模が増大する。第2の従来技術においては、パイロット信号の時間変動から妨害を検出するのみでは、周波数方向の変動が検出できない。周波数方向の変動が検出できなければ高精度な妨害検出は困難である。

【0007】

上記問題点を鑑み、本発明は、小さい回路規模で高精度に妨害を検出可能なOFDM受信装置、半導体集積回路及びOFDM受信方法を提供することを目的と

する。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する為に、本発明の第1の特徴は、(イ)受信部からの受信信号をフーリエ変換して変換信号を供給する変換回路；(ロ)変換信号からパイロット信号を検出し、パイロット信号に時間補間を施す第1の補間回路；(ハ)時間補間されたパイロット信号に演算処理を施し、演算処理の結果を閾値と比較して妨害を検出する妨害検出回路；(ニ)妨害が検出されたパイロット信号に対して周波数方向に妨害補間を行い、妨害補間後のパイロット信号を周波数補間する第2の補間回路；(ホ)変換信号及び周波数補間されたパイロット信号に基づいて復調処理を行う復調回路を備えるOFDM受信装置であることを要旨とする。

【0009】

本発明の第2の特徴は、(イ)半導体チップ；(ロ)半導体チップ上に集積化され、受信部からの受信信号をフーリエ変換して変換信号を供給する変換回路；(ハ)半導体チップ上に集積化され、変換信号からパイロット信号を検出し、パイロット信号に時間補間を施す第1の補間回路；(ニ)半導体チップ上に集積化され、時間補間されたパイロット信号に演算処理を施し、演算処理の結果を閾値と比較して妨害を検出する妨害検出回路；(ホ)半導体チップ上に集積化され、妨害が検出されたパイロット信号に対して周波数方向に妨害補間を行い、妨害補間後のパイロット信号を周波数補間する第2の補間回路；(ヘ)半導体チップ上に集積化され、変換信号及び周波数補間されたパイロット信号に基づいて復調処理を行う復調回路を備える半導体集積回路であることを要旨とする。

【0010】

本発明の第3の特徴は、(イ)受信信号をフーリエ変換して変換信号を供給し；(ロ)変換信号からパイロット信号を検出し、パイロット信号に時間補間を施し；(ハ)時間補間されたパイロット信号に演算処理を施し、演算処理の結果を閾値と比較して妨害を検出し；(ニ)妨害が検出されたパイロット信号に対して周波数方向に妨害補間を行い、妨害補間後のパイロット信号を周波数補間し；(ホ)変換信号及び周波数補間されたパイロット信号に基づいて復調処理を行うこ

とを含むOFDM受信方法であることを要旨とする。

【0011】

【発明の実施の形態】

次に、図面を参照して、本発明の第1～第3の実施の形態を説明する。この第1～第3の実施の形態における図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。

【0012】

(第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態に係るOFDM受信装置は、図1に示すように、受信部51からの受信信号STをフーリエ変換して変換信号SFFTを供給する変換回路52、変換信号SFFTからパイロット信号SPを検出し、パイロット信号SPに時間補間を施す第1の補間回路53、時間補間されたパイロット信号SPに演算処理を施し、演算処理の結果に基づいて妨害を検出する妨害検出回路8a、妨害が検出されたパイロット信号SPに対して周波数方向に妨害補間を行い、妨害補間後のパイロット信号SPを周波数補間する第2の補間回路54、変換信号SFFT及び周波数補間されたパイロット信号SFに基づいて復調処理を行う復調回路6を備える。

【0013】

図1に示す受信部51は、アンテナ1、アンテナ1に接続されたチューナ2、チューナ2に接続されたアナログ／デジタル(A/D)変換器3を備える。チューナ2は、例えば、アンテナ1に接続された高周波フィルタ回路、高周波フィルタ回路に一方の入力が接続されたミキサ回路、ミキサ回路の他方の入力に接続された局部発振器、ミキサ回路の出力に接続された自動ゲイン制御(AGC)回路を備える。

【0014】

また、変換回路52は、チューナ2に接続された直交検波回路4、直交検波回路4に接続されたフーリエ変換回路5を備える。直交検波回路4は、受信信号STからベースバンド信号SBを生成しフーリエ変換回路5に供給する。ベースバンド信号SBは、受信信号STの時間方向における各キャリアの位相情報及び振

幅情報を有する。フーリエ変換回路 5 は、ベースバンド信号 S_B を高速フーリエ変換して変換信号 S_{FFT} を生成する。高速フーリエ変換により、ベースバンド信号 S_B は時間領域から周波数領域に変換される。変換信号 S_{FFT} は、受信信号 S_T の周波数方向における各キャリアの位相情報及び振幅情報を有する。

【0015】

更に、第 1 の補間回路 53 は、図 1 に示すように、フーリエ変換回路 5 に接続されたパイロット信号検出回路 11、パイロット信号検出回路 11 に接続された時間補間回路 7 を備える。パイロット信号検出回路 11 は、変換信号 S_{FFT} に含まれるパイロット信号 S_P を検出する。パイロット信号 S_P は、例えば図 2 (a) に示すように、変換信号 S_{FFT} の 4 シンボル毎に挿入される。時間補間回路 7 は、パイロット信号 S_P を時間方向に前後のパイロット信号 S_P から補間する。時間方向に補間されたパイロット信号 S_P は妨害検出回路 8a 及び第 2 の補間回路 54 に伝送される。

【0016】

図 1 に示す妨害検出回路 8a は、時間補間回路 7 に接続された差分演算回路 81a、差分演算回路 81a に接続された閾値比較回路 82a を備える。差分演算回路 81a は、図 2 (c) に示すように、周波数方向に隣り合う 2 つのパイロット信号、即ち第 k のパイロット信号 S_{Pk} 及び第 $(k+1)$ のパイロット信号 $S_{P(k+1)}$ に差分処理を施す (k : 整数)。閾値比較回路 82a は、差分処理の結果を閾値 A_{th} と比較し妨害検出信号 S_D を生成する。或いは、図 2 (c) に示すように、差分演算回路 81a は、周波数方向に隣り合う 3 つのパイロット信号、即ち第 k のパイロット信号 S_{Pk} 、第 $(k+1)$ のパイロット信号 $S_{P(k+1)}$ 、及び第 $(k+2)$ のパイロット信号 $S_{P(k+2)}$ に差分処理を施す。この場合、閾値比較回路 82a の内部に差分値を保持するレジスタが備えられる。

【0017】

また、第 2 の補間回路 54 は、図 1 に示すように、時間補間回路 7 及び閾値比較回路 82a に接続された妨害補間回路 9、妨害補間回路 9 に接続された周波数補間回路 10 を備える。妨害補間回路 9 は、時間補間されたパイロット信号 S_P

を妨害検出信号 S_D により妨害補間する。パイロット信号 S_P は、例えば図 2 (a) に示すように、変換信号 S_{FFT} の周波数方向において周期的に挿入されている。周波数補間回路 10 は、パイロット信号 S_P を周波数方向に隣り合う 2 つのパイロット信号 S_P から補間する。周波数補間回路 10 は、周波数補間を行い周波数補間信号 S_F を復調回路 6 に供給する。復調回路 6 は、変換信号 S_{FFT} 及び周波数補間信号 S_F に基づき、同期検波による復調を行う。この結果、各データキャリアの伝達関数が推定され、データの振幅及び位相等化が実行される。復調回路 6 が復調した復調信号は、出力端子 71 を介して外部回路に伝達される。

【0018】

次に、図 1 及び図 2 を用いて、本発明の第 1 の実施の形態に係る OFDM 受信方法を説明する。

【0019】

(イ) 図 1 に示すアンテナ 1 が受信した受信信号 S_T は、チューナ 2 により選局される。A/D 変換器 3 は、選局された受信信号 S_T をデジタル信号に変換する。デジタル信号に変換された受信信号 S_T は、直交検波回路 4 により準同期直交検波が施される。この結果、直交位相の関係にある正弦波成分及び余弦波成分が受信信号 S_T から抽出される。パイロット信号検出回路 11 は、図 2 (a) に示すように、パイロット信号 S_P の周期性を利用して変換信号 S_{FFT} からパイロット信号 S_P を検出する。

【0020】

(ロ) 次に、差分演算回路 81a は、図 2 (b) に示すように、周波数方向に隣合う第 k のパイロット信号 S_{Pk} の複素成分と第 $(k+1)$ のパイロット信号 $S_{P(k+1)}$ の複素成分との差分 D_{k1} を算出する。或いは、図 2 (c) に示す周波数方向に隣り合う 3 つのパイロット信号、即ち第 k のパイロット信号 S_{Pk} 、第 $(k+1)$ のパイロット信号 $S_{P(k+1)}$ 、第 $(k+2)$ のパイロット信号 $S_{P(k+2)}$ を利用してもよい。この場合、図 2 (c) に示す第 k のパイロット信号 S_{Pk} と第 $(k+1)$ のパイロット信号 $S_{P(k+1)}$ との第 1 の差分 D_{k1} 、及び第 2 のパイロット信号 $S_{P(k+1)}$ と第 3 のパイロット信号 $S_{P(k+2)}$ との第 2 の差分 D_{k2} を算出する。

$P(k+2)$ との第 2 の差分 Dk_2 をそれぞれ求める。周波数方向に前のパイロット信号 SP_k の複素成分を A_k 、周波数方向に後のパイロット信号 $SP(k+1)$ の複素成分を $A(k+1)$ とすると、図 2 (b) に示すように第 1 の差分 Dk_1 は:

$$Dk_1 = A_k - A(k+1) \quad \dots\dots (1)$$

となる。閾値比較回路 82a は、差分 Dk が閾値 A_{th} を超えた場合、妨害検出信号 SD を妨害補間回路 9 に供給する。尚、図 2 (c) に示すように複素成分の振幅の差分に代えて振幅の差分を用いることも可能である。

【0021】

(ハ) 次に、閾値比較回路 82a は第 1 の差分 Dk_1 及び第 2 の差分 Dk_2 を保持する。第 1 の差分 Dk_1 及び第 2 の差分 Dk_2 が共に閾値 A_{th} を超えた場合、第 2 のパイロット信号 $SP(k+1)$ が妨害を受けた旨の妨害検出信号 SD を妨害補間回路 9 に供給する。妨害補間回路 9 は、妨害検出信号 SD に応じて第 1 のパイロット信号 SP_k と第 3 のパイロット信号 $SP(k+2)$ との平均位置に、図 2 (c) に示すような補間パイロット信号 RSP を補間する。

【0022】

(ニ) 次に、周波数補間回路 10 は、妨害補間されたパイロット信号 SP に更に周波数補間を施す。周波数補間を施されたパイロット信号 SP は復調回路 6 に供給される。復調回路 6 は、変換信号 $SFFT$ と周波数補間されたパイロット信号 SF とを用いて同期検波により復調処理を行う。

【0023】

このように、第 1 の実施の形態に係る OFDM 受信装置によれば、妨害検出回路 8a が妨害を検出したパイロット信号 SP のみを妨害補間回路 9 が妨害補間することが出来る。更に、妨害検出回路 9 が周波数方向の変動を検知して妨害を検出するので、時間方向の変動要因と無関係に妨害を検出することが出来る。時間方向の複雑な演算処理が不要となるので、受信信号 ST のキャリア数が増大しても回路規模を増大させる必要が無い。周波数補間回路 10 が妨害補間されたパイロット信号 SP に対して周波数方向に補間を行うため高精度にパイロット信号 SP の妨害を修正することが出来る。また、時間補間、妨害補間、及び周波数補間

が復調前に実行される。このため、周波数補間後のパイロット信号 S F は非常に誤り率を低く復調できる。したがって、復調回路 6 は安定して復調を行うことが出来る。

【0024】

更に本発明の第 1 の実施の形態の変形例として、図 3 に示すように、妨害検出回路 8 b が、二乗和演算を実行しパイロット信号 S P の振幅を求める二乗和回路 8 3、パイロット信号 S P の振幅と閾値 A t h とを比較する閾値比較回路 8 2 b を備えるようにしてもよい。閾値 A t h には上限と下限とが設定されている。閾値比較回路 8 2 b は、パイロット信号 S P の振幅が閾値 A t h の上限よりも大きい場合又はパイロット信号 S P の振幅が閾値 A t h の下限より小さい場合に妨害と判断する。チューナ 2 には、通常、受信信号 S T のゲイン（振幅）を一定に保つ A G C 回路が備えられる。受信信号 S T の振幅が一定となるのでパイロット信号 S P の振幅も一定に保たれる。よって妨害は、二乗和回路 8 3 がパイロット信号 S P の振幅を求め、更に閾値比較回路 8 2 b が振幅の値と閾値 A t h とを比較することにより検出できる。

【0025】

なお、図 1 に示した O F D M 受信装置は、例えば図 4 に示すように、同一の半導体チップ 9 3 a 上にモノリシックに集積化し、半導体集積回路 9 2 を形成することが可能である。図 4 に示す例においては、半導体集積回路 9 2 は、半導体チップ 9 3 a 上にボンディングパッド 9 4、9 5 を備えている。ボンディングパッド 9 5 は、図 1 に示す受信部 5 1 からの受信信号 S T を直交検波回路 4 に入力する為の内部端子である。ボンディングパッド 9 4 は、復調回路 6 が供給する復調信号を外部に出力する為の内部端子である。

【0026】

(第 2 の実施の形態)

本発明の第 2 の実施の形態に係る O F D M 受信装置は、図 5 に示すように、差分演算回路 8 1 c からの差分結果の平均値を求め閾値比較回路 8 2 c の閾値 A t h を制御する平均化回路 3 0 を備える点が図 1 に示した O F D M 受信装置と異なる。平均化回路 3 0 は、差分演算回路 8 1 c に接続された二乗和回路 3 1、二乗

和回路に接続された積分回路 32、積分回路 32 と閾値比較回路 82c との間に接続された補正回路 33 を備える。その他の構成については、図 1 に示した OFDM 受信装置の構成と同様である。図 5 に示す OFDM 受信装置は、例えば図 6 に示すように、同一の半導体基板 93b 上にモノリシックに集積化し、半導体集積回路 96 として構成することが可能である。

【0027】

次に、図 2 及び図 5 を用いて、本発明の第 2 の実施の形態に係る OFDM 受信方法を説明する。但し、第 1 の実施の形態に係る OFDM 受信方法と重複する説明は省略する。

【0028】

(イ) 図 5 に示す差分演算回路 81c は、図 2 (b) に示すように、周波数方向に隣合う 2 つのパイロット信号、即ち第 1 のパイロット信号 SP_k の複素成分と第 2 のパイロット信号 $SP_{(k+1)}$ の複素成分との差分 D_k を式 (1) により算出する。

【0029】

(ロ) 次に、二乗和回路 31 は、差分演算回路 81c が算出した差分 D_k に二乗和演算を施し、差分 D_k の振幅値を求める。積分回路 32 は、差分 D_k の振幅値について、全キャリアをシンボル単位で積分する。或いは、積分回路 32 は、差分 D_k について一部キャリアについて積分する。積分処理により差分 D_k の平均値が求められる。

【0030】

(ハ) 次に、補正回路 33 は、差分 D_k の平均値にオフセット加算、定数倍等の処理を施し、閾値比較回路 82c の閾値 A_{th} を算出する。即ち、 β 及び N を 2 以上の整数、オフセットを α とすると閾値 A_{th} は：

$$A_{th} = \alpha + \beta / N \cdot \sum D_k \quad \dots\dots (2)$$

となる。閾値比較回路 82c は、差分 D_k と閾値 A_{th} とを比較し、妨害を検出する。

【0031】

(ニ) 妨害補間回路 9 は閾値比較回路 82c が供給する妨害検出信号 SD に応

じて図 2 (c) に示すように補間パイロット信号 RSP を補間する。周波数補間回路 10 は周波数補間を実行する。復調回路 6 は、変換信号 SFFT と周波数補間されたパイロット信号 SF とを用いて同期検波により受信信号を復調する。

【0032】

このように、第 2 の実施の形態によれば、平均化回路 30 が差分 D_k の平均値を算出することにより、マルチパス、チューナ周波数特性、及び雑音等に起因する閾値 A_{th} の変動に対応可能な OFDM 受信装置を提供出来る。

【0033】

(第 3 の実施の形態)

本発明の第 3 の実施の形態に係る OFDM 受信装置は、図 7 に示すように、妨害検出信号 SD をカウントし、カウントの結果に応じて閾値比較回路 82 d の閾値 A_{th} を変更させる妨害カウント回路 61 a を備える点が図 1 に示した OFDM 受信装置と異なる。妨害カウント回路 61 a は、カウント時間を生成するためのタイマを備えることが好ましい。妨害カウント回路 6 a は、妨害検出信号 SD のカウント回数が所定の回数を超えた場合に妨害検出信号 SG を閾値比較回路 82 d に供給する。或いは、妨害カウント回路 61 a は、妨害検出信号 SD のカウント回数が所定の時間内に所定の回数を超えた場合に妨害検出信号 SG を閾値比較回路 82 d に供給する。その他の構成については、図 1 に示した OFDM 受信装置の構成と同様である。図 7 に示す OFDM 受信装置は、例えば図 8 に示すように、同一の半導体基板 93 c 上にモノリシックに集積化し、半導体集積回路 97 として構成することが可能である。

【0034】

次に、図 2、図 7、及び図 9 を用いて、本発明の第 3 の実施の形態に係る OFDM 受信方法を説明する。但し、第 1 の実施の形態に係る OFDM 受信方法と重複する説明は省略する。

【0035】

(イ) 図 7 に示す差分演算回路 81 d は、図 2 (c) に示すように、周波数方向に隣合う第 k のパイロット信号 SP_k の振幅と第 $(k+1)$ のパイロット信号 $SP_{(k+1)}$ の振幅との第 1 の差分 D_{k1} を算出する。即ち、第 1 の差分 D_k

1 を:

$$|Dk_1| = |A_k| - |A_{(k+1)}| \quad \dots\dots (3)$$

により求める。差分演算回路 81d は、式 (1) に示すように、第 k のパイロット信号 SP_k の複素成分と第 (k+1) のパイロット信号 SP_(k+1) の複素成分との第 1 の差分 D_{k1} を算出してもよい。

【0036】

(ロ) 次に、閾値比較回路 82d は、パイロット信号 SP の振幅が閾値 A_{th} の上限よりも大きい場合又は閾値 A_{th} の下限より小さい場合に妨害と判断する。よって、図 9 (a) においては、第 4 のパイロット信号 SP₄ が妨害を受けたパイロット信号 SP であると判断する。図 9 (b) においては、第 5 のパイロット信号 SP₅ が妨害を受けたパイロット信号 SP であると判断する。パイロット信号 SP に妨害が検出された場合、閾値比較回路 82d は妨害検出信号 SD を妨害補間回路 9 及び妨害カウント回路 61a に供給する。

【0037】

(ハ) 次に、妨害カウント回路 61a は、妨害検出信号 SD を一定の回数カウントし、異常検出信号 SG を閾値比較回路 61a に供給する。閾値比較回路 82d は異常検出信号 SG に応じて閾値 A_{th} の値を調節する。この結果、図 9 (a) に示すパイロット信号 SP₁ ~ SP₈ のばらつきが小さい場合、閾値比較回路 82d は閾値 A_{th} の上限と下限との幅を減少させる。これに対して図 9 (b) に示すパイロット信号 SP₁ ~ SP₈ のばらつきが大きい場合、パイロット信号 SP₁ ~ SP₈ のばらつきが小さい場合と比して広い範囲の閾値 A_{th} を設定する。

【0038】

(ニ) 一方、妨害補間回路 9 は、妨害検出信号 SD に応じて妨害補間を行う。更に、周波数補間回路 10 及び復調回路 6 を介して復調信号が出力端子 71 から供給される。

【0039】

このように、第 3 の実施の形態によれば、閾値比較回路 82d に設定される閾値 A_{th} を理想的な値に調節することが可能となる。したがって、妨害でないパ

イロット信号 SP をも補間する誤動作が防止できる。

【0040】

本発明の第3の実施の形態の変形例に係るOFDM受信装置として、図10に示すように、妨害検出信号 SD をカウントし、カウントの結果に応じて第2の補間回路54の妨害補間を停止させる妨害カウント回路61bを備える構成としてもよい。妨害の影響が非常に大きく、閾値比較回路82eの閾値 A_{th} が定まらない場合、妨害補間回路9の動作を停止させることにより誤動作の発生を防止できる。

【0041】

(その他の実施の形態)

上記のように、本発明は第1～第3の実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

【0042】

また、第1の実施の形態において、図1に示す妨害補間回路9は、図2(c)に示すように、妨害検出信号 SD に応じて第 k のパイロット信号 SP_k と第 $(k+2)$ のパイロット信号 $SP_{(k+2)}$ との平均位置に補間パイロット信号 RSP を補間するとして説明した。しかし、平均位置に補間パイロット信号 RSP を補間せずに、パイロット信号 SP の時間方向の周期性を利用して補間パイロット信号 RSP を補間してもよい。第 k のパイロット信号 SP_k の一定時間経過後に補間信号 RSP を挿入することにより、時系列的に後戻りすることなく高速に妨害補間することが可能となる。

【0043】

第2の実施の形態においては、図5に示すように、差分 D_k の平均値を算出し閾値 A_{th} を調節するとして説明した。また、第3の実施の形態においては、図7に示すように、妨害検出信号をカウントして閾値 A_{th} を調節するとして説明した。本発明のその他の実施の形態として、図5に示す閾値比較回路82cに図7に示す妨害カウント回路を接続する構成でもよい。

【0044】

既に述べた第1～第3の実施の形態においては、受信部51を半導体基板上に集積化しない一例を説明した。しかし、チューナ2の一部及びA/D変換器3も同一半導体基板上に集積化できることは勿論である。チューナ2の一部としては、例えば、チューナ内部のミキサ回路、局部発振器、及びAGC回路が相当する。更に、第1～第3の実施の形態に係るOFDM受信装置は、地上波デジタル放送に限らず移動体通信機器等広い範囲で利用可能であることは言うまでも無い。

【0045】

このように本発明は、ここでは記載していない様々な実施の形態等を包含するということを理解すべきである。したがって、本発明はこの開示から妥当な特許請求の範囲の発明特定事項によってのみ限定されるものである。

【0046】

【発明の効果】

本発明によれば、小さい回路規模で高精度に妨害を検出可能なOFDM受信装置、半導体集積回路及びOFDM受信方法を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。

【図2】

図2（a）は、受信信号中に挿入されたパイロット信号の様子を示す模式図であり、図2（b）は、本発明の第1の実施の形態に係るOFDM受信装置の妨害検出の原理を説明する図であり、図2（c）は、本発明の第1の実施の形態に係るOFDM受信装置の妨害補間の原理を説明する図である。

【図3】

本発明の第1の実施の形態の変形例に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。

【図4】

本発明の第1の実施の形態に係るOFDM受信装置を同一半導体基板上に集積化した構成の模式図である。

【図5】

本発明の第2の実施の形態に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。

【図6】

本発明の第2の実施の形態に係るOFDM受信装置を同一半導体基板上に集積化した構成の模式図である。

【図7】

本発明の第3の実施の形態に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。

【図8】

本発明の第3の実施の形態に係るOFDM受信装置を同一半導体基板上に集積化した構成の模式図である。

【図9】

図9(a)は、本発明の第3の実施の形態に係るOFDM受信装置のパイロット信号のばらつきが大きい場合の妨害検出の原理を説明する図であり、図9(b)は、本発明の第3の実施の形態に係るOFDM受信装置のパイロット信号のばらつきが小さい場合の妨害検出の原理を説明する図である。

【図10】

本発明の第3の実施の形態の変形例に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

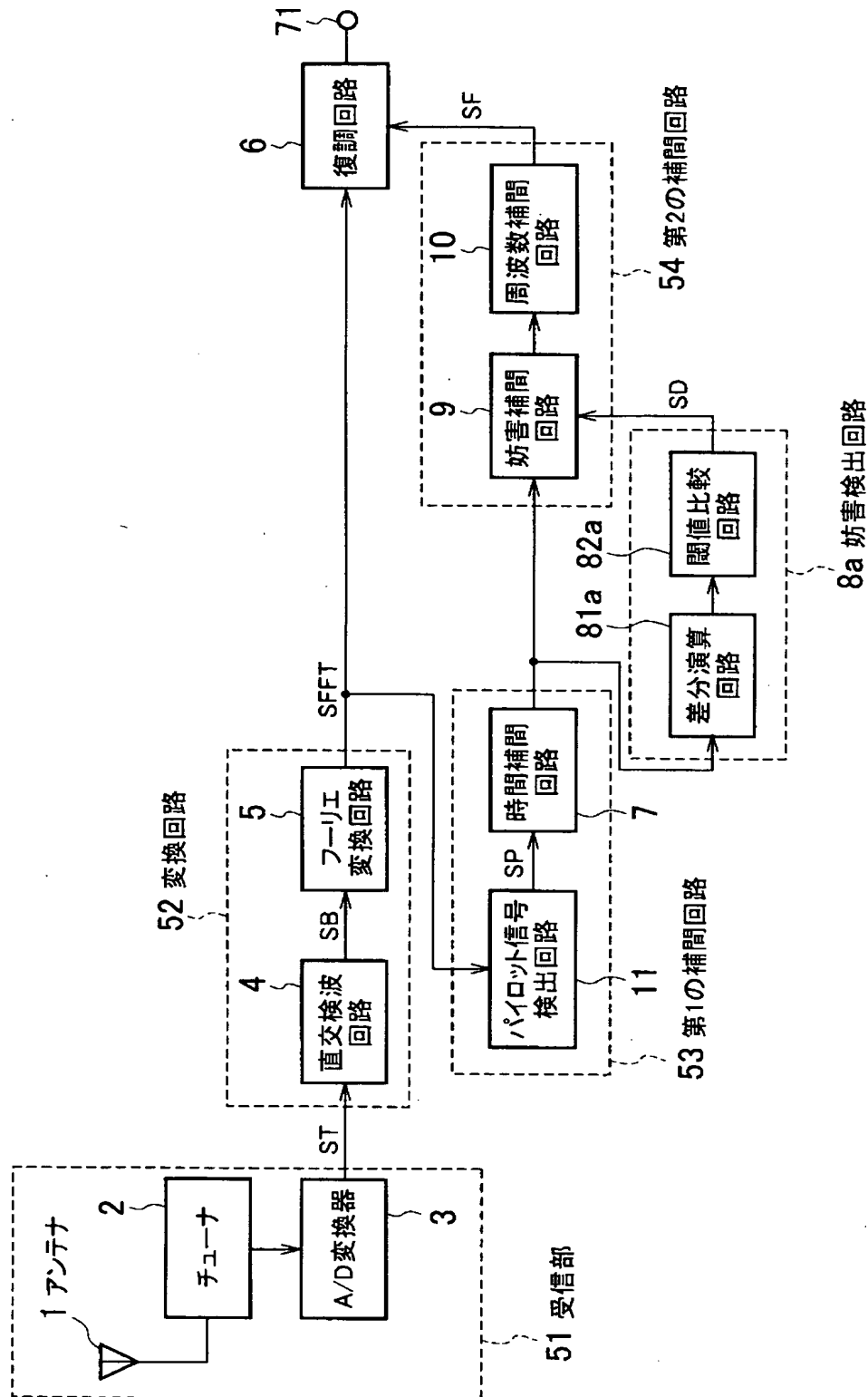
- 1…アンテナ
- 2…チューナ
- 3…A/D変換器
- 4…直交検波回路
- 5…フーリエ変換回路
- 6…復調回路

7…時間補間回路
8 a、8 b…妨害検出回路
9…妨害補間回路
10…周波数補間回路
11…パイロット信号検出回路
30…平均化回路
31…二乗和回路
32…積分回路
33…補正回路
51…受信部
52…変換回路
53…第1の補間回路
54…第2の補間回路
61 a、61 b…妨害カウント回路
81 a、81 c、81 e…差分演算回路
82 a、82 b、82 c、82 d…閾値比較回路
92、96、97…半導体集積回路
93 a、93 b、93 c…半導体チップ
94、95…ボンディングパッド

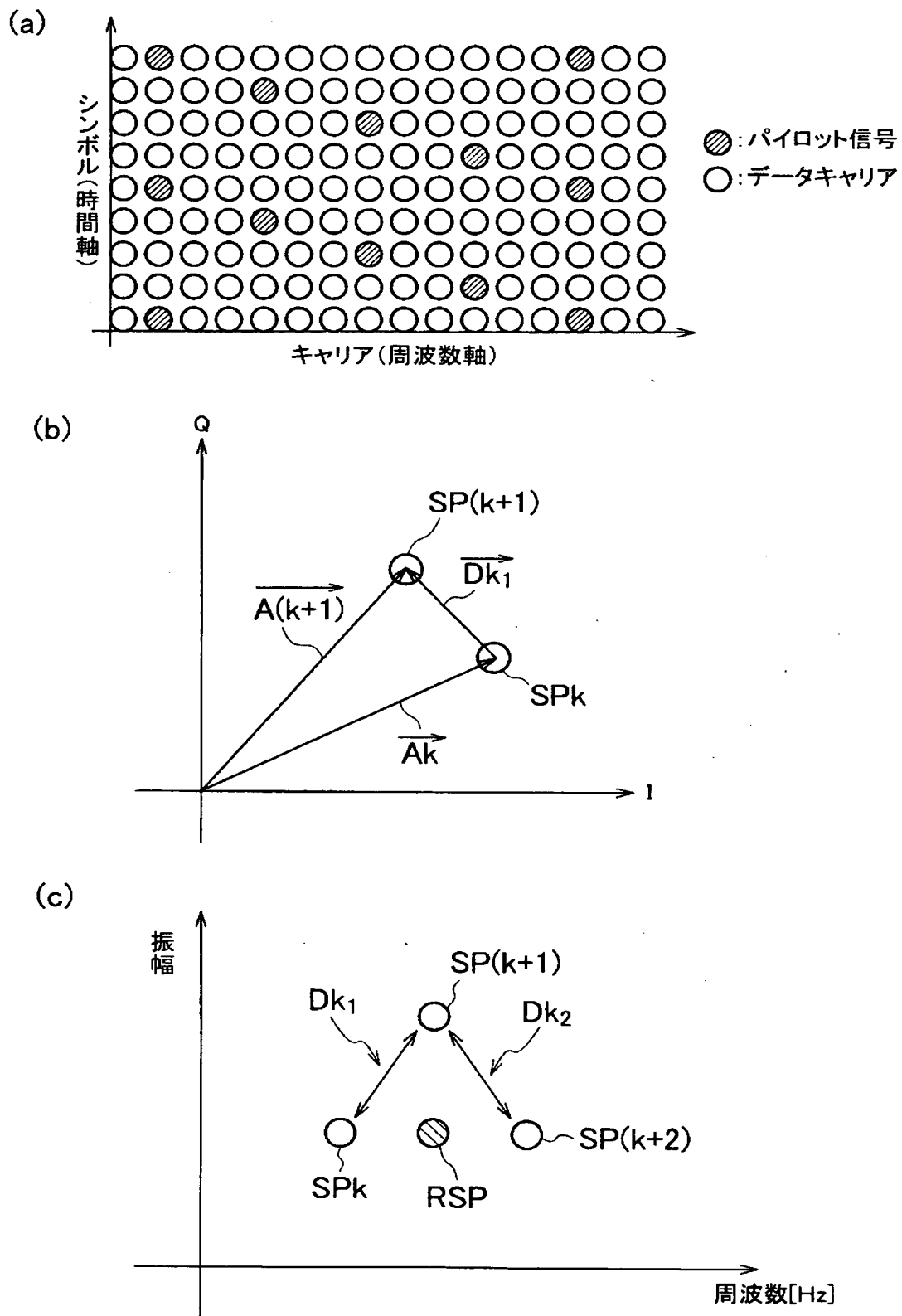
【書類名】

図面

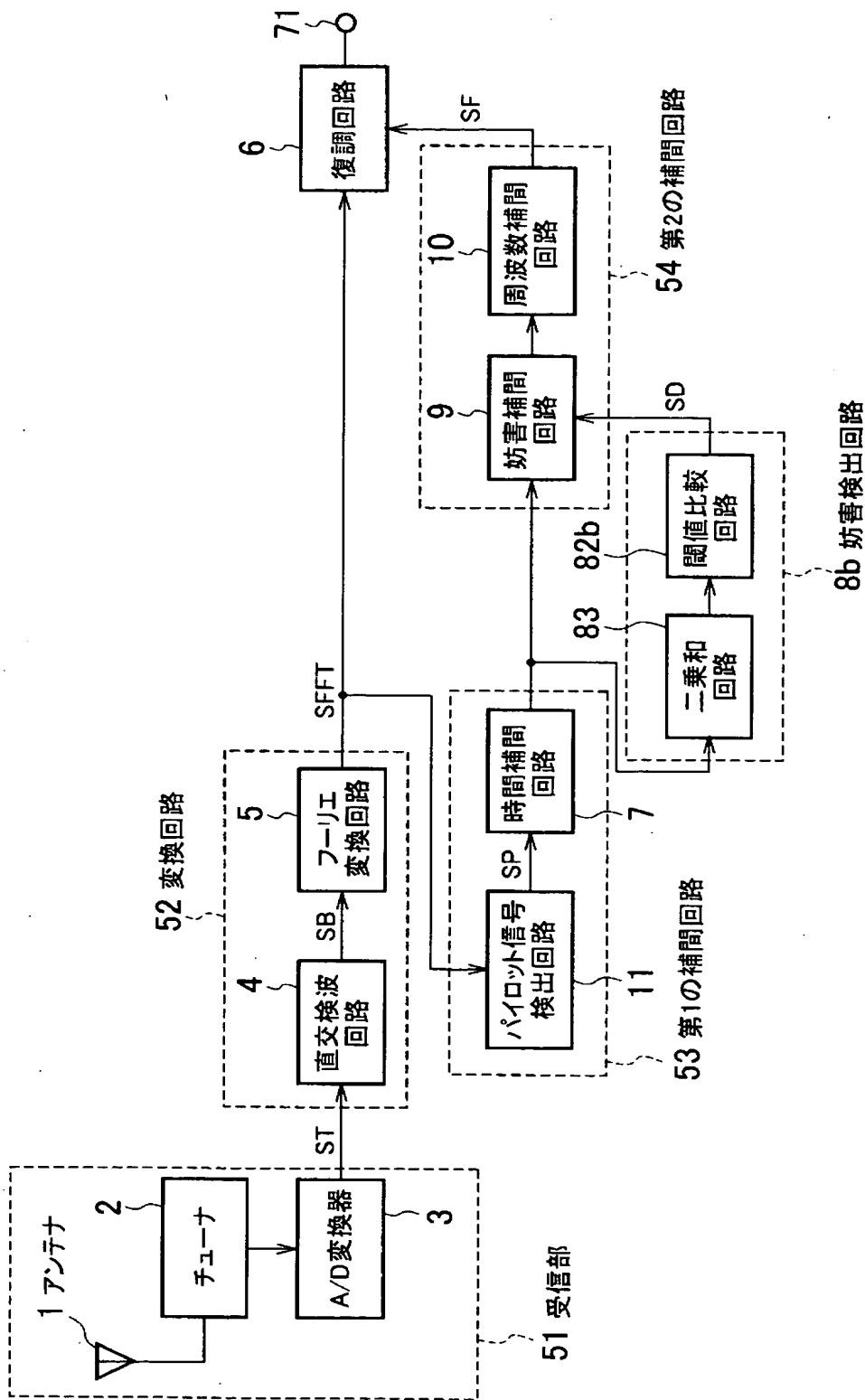
【図 1】



【図 2】

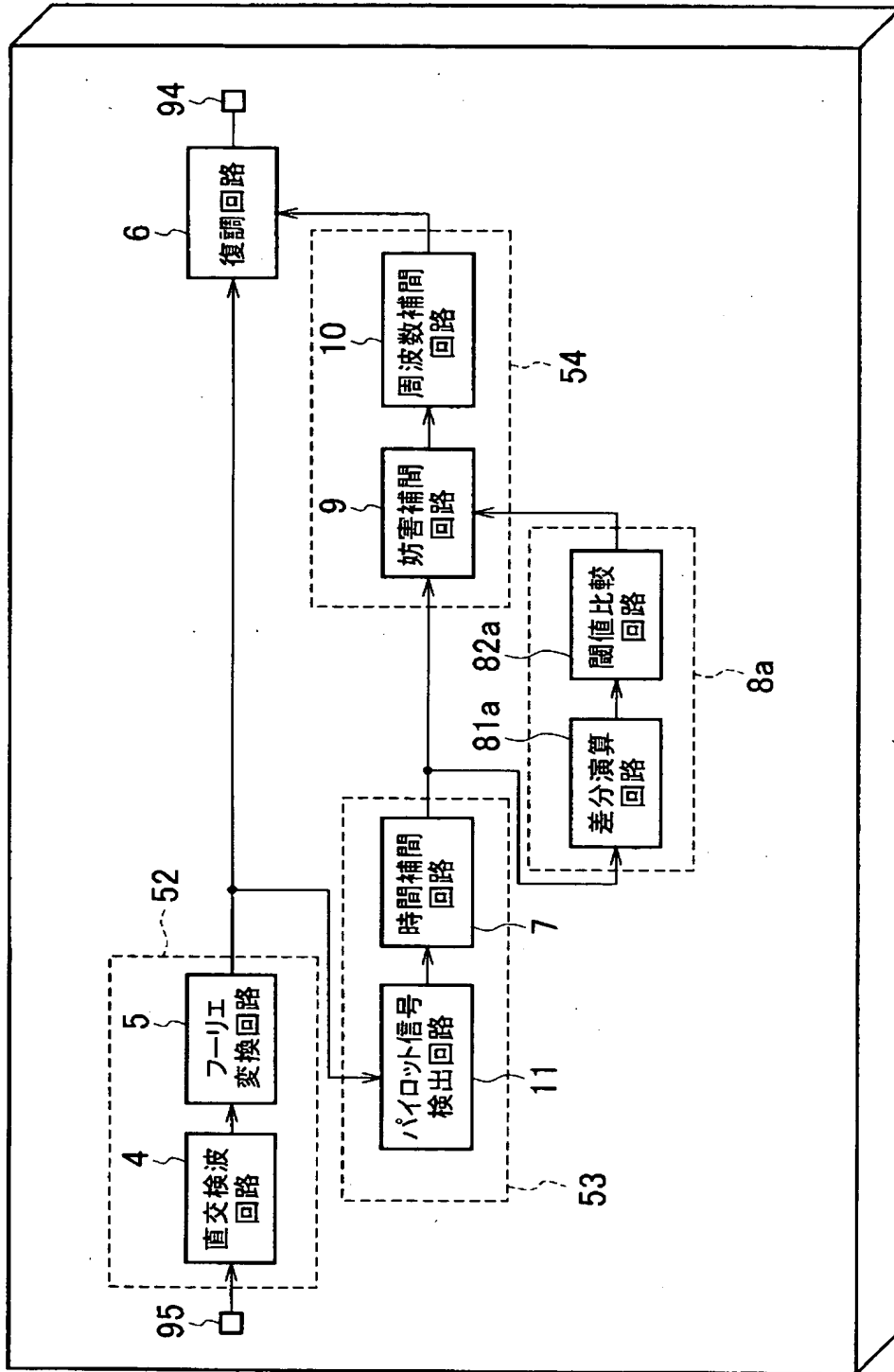


【図 3】



【図 4】

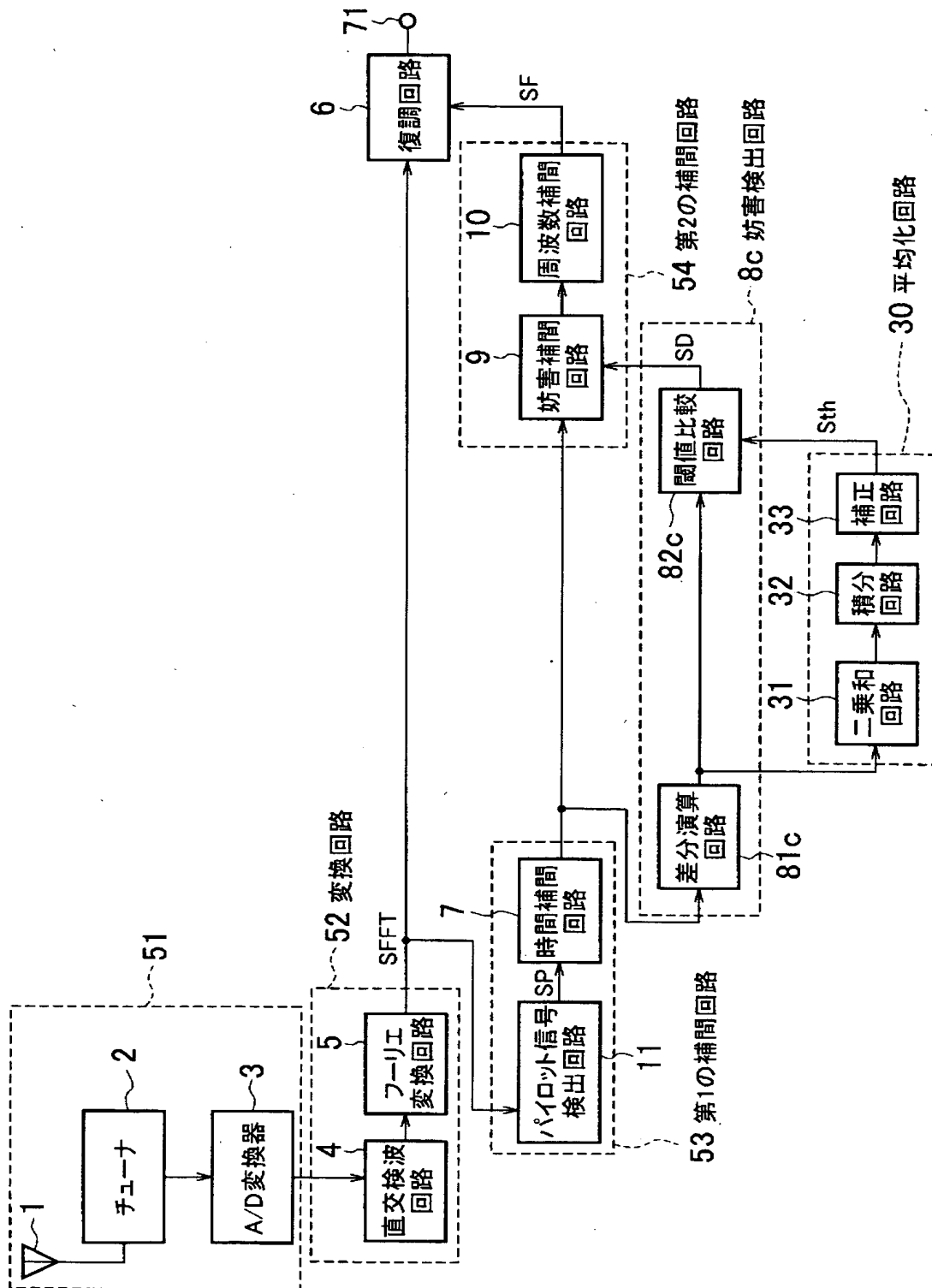
92 半導体集積回路



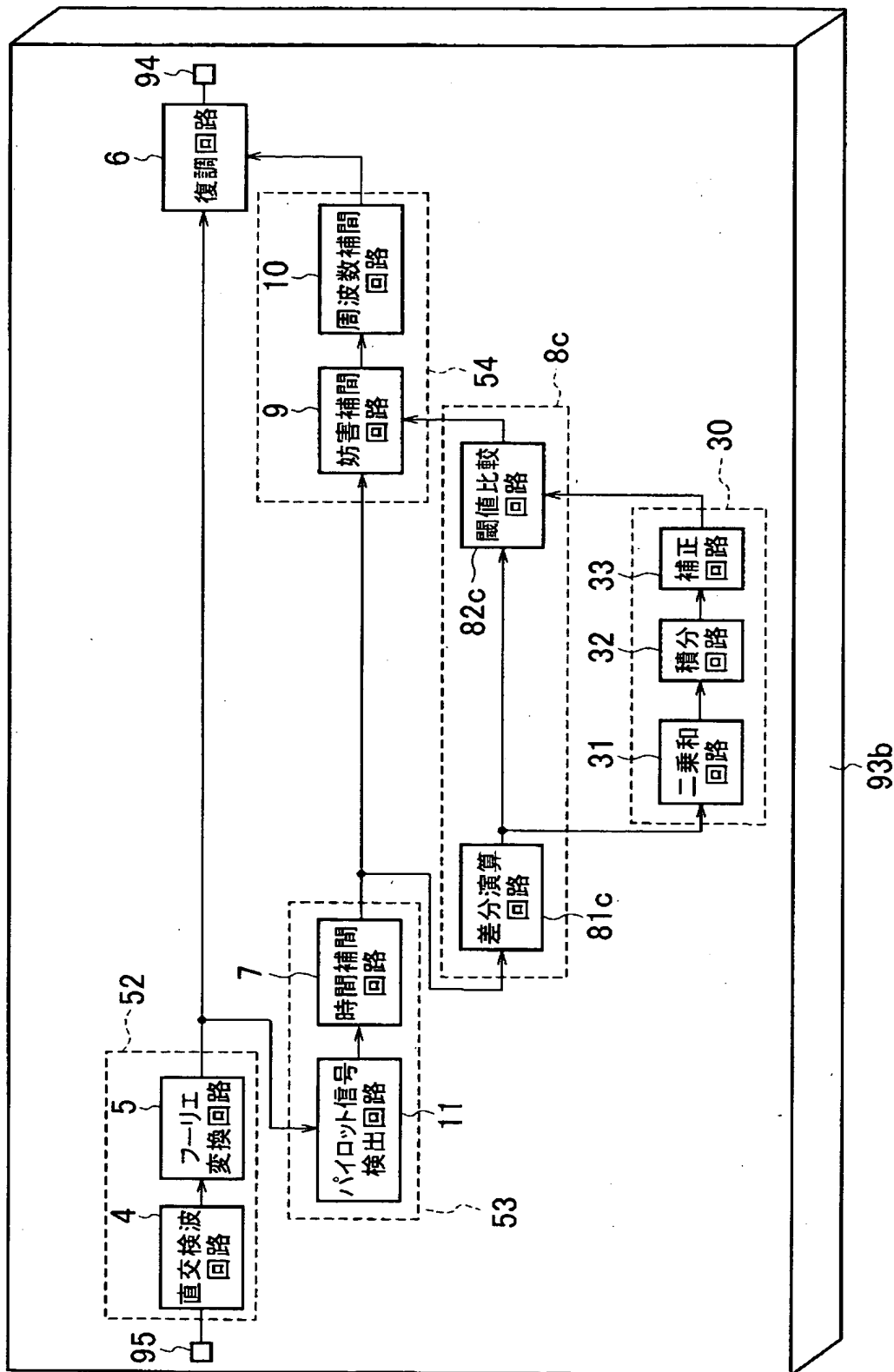
93a 半導体チップ

94,95 ボンディングパッド

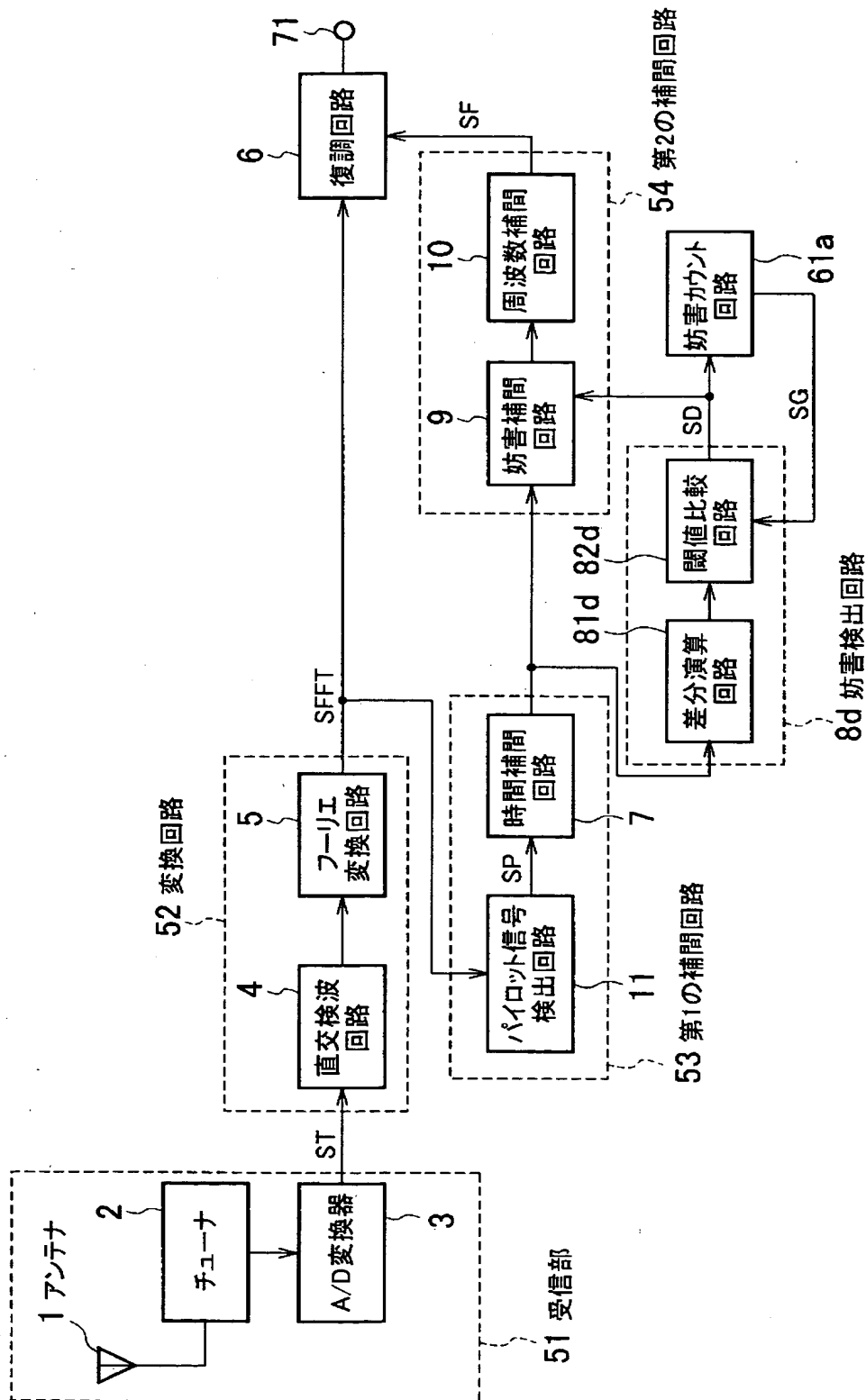
【図 5】



【図 6】

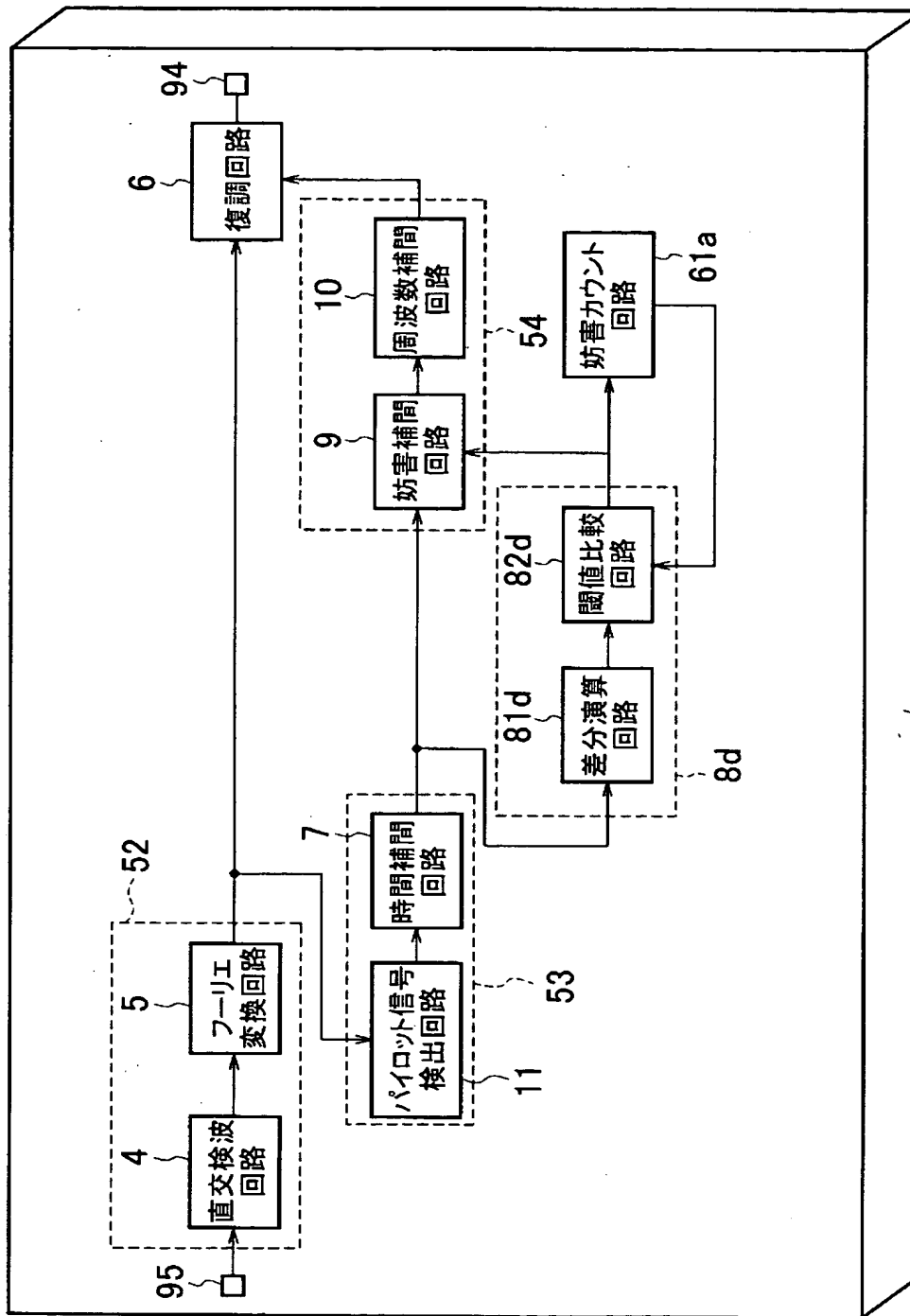


【図7】



【図 8】

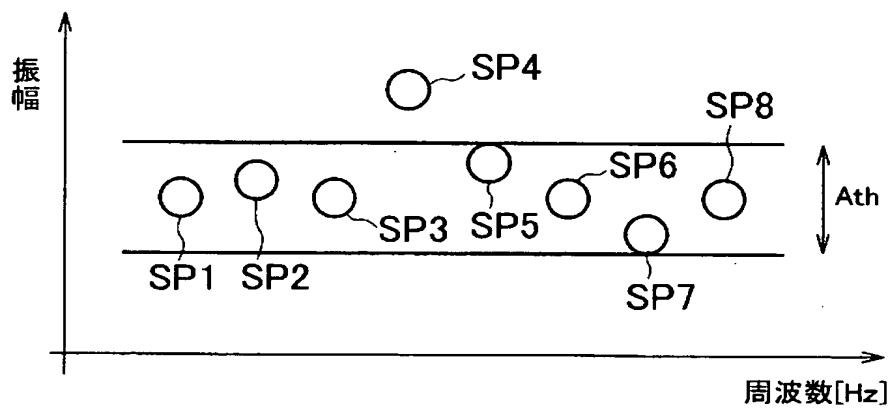
97 半導体集積回路



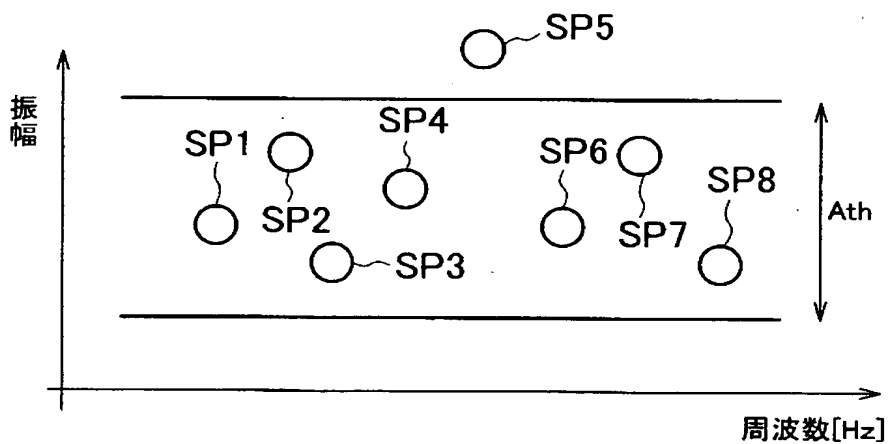
93c 半導体チップ

【図 9】

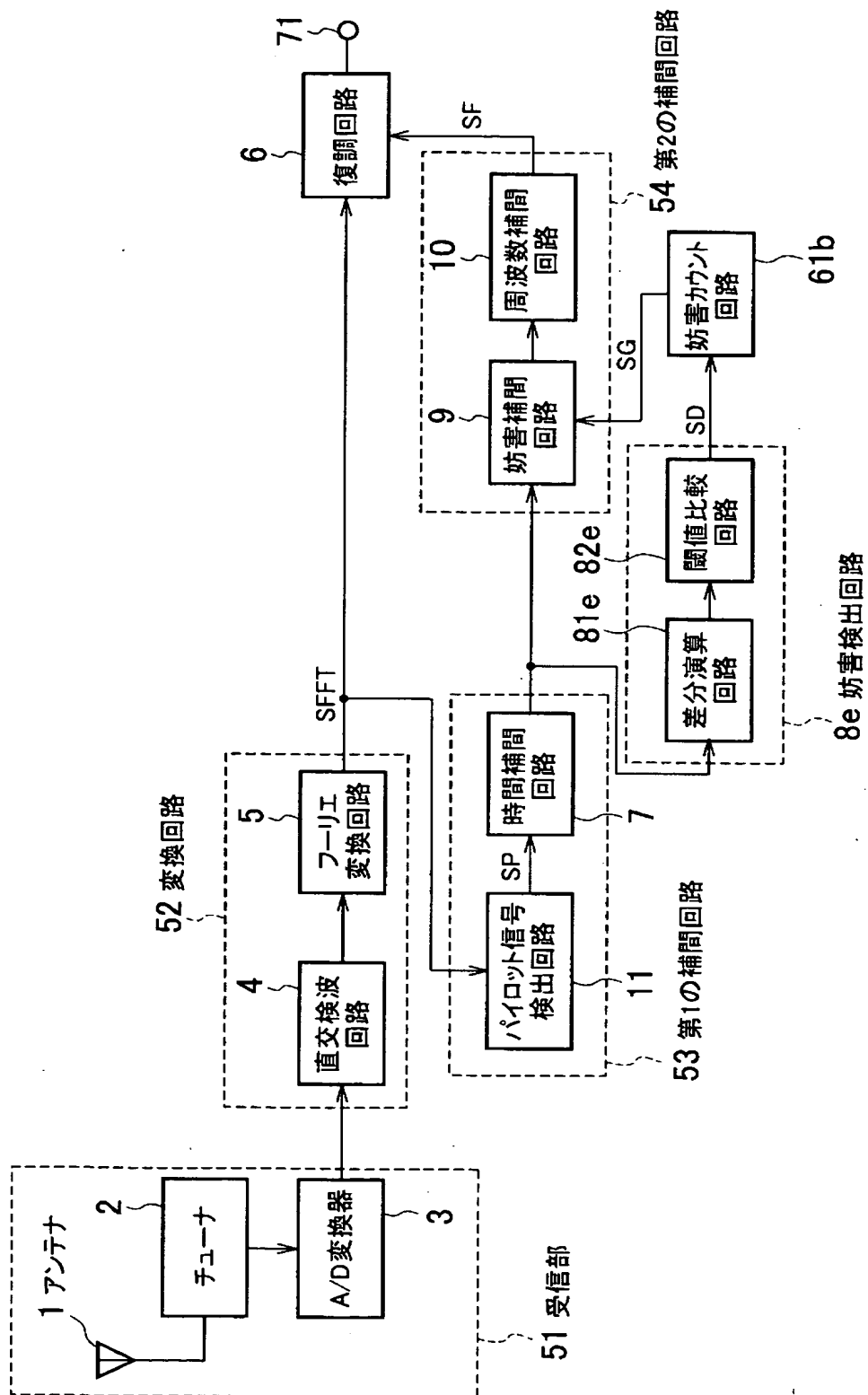
(a)



(b)



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小さい回路規模で高精度に妨害を検出可能な OFDM 受信装置、半導体集積回路及び OFDM 受信方法を提供する。

【解決手段】 受信部 51 からの受信信号をフーリエ変換して変換信号 SFFT を供給する変換回路 52、変換信号 SFFT からパイロット信号 SP を検出し、パイロット信号 SP に時間補間を施す第 1 の補間回路 53、時間補間されたパイロット信号 SP に演算処理を施し、演算処理の結果に基づいて妨害を検出する妨害検出回路 8a、前記妨害が検出されたパイロット信号 SP に対して周波数方向に妨害補間を行い、妨害補間後のパイロット信号 SP を周波数補間する第 2 の補間回路 54、変換信号 SFFT 及び周波数補間されたパイロット信号 SF に基づいて復調処理を行う復調回路 6 を備える OFDM 受信装置。

【選択図】 図 1

特願 2003-035392

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2003年 5月 9日
[変更理由] 名称変更
住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝